



การแยกองค์ประกอบการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทย

Energy Consumption Decomposition of Thai Industrial Sector

บัณฑิต ชัยวิชญชาติ* ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ การใช้พลังงานโดยรวมของไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2529 ถึง 2549 โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรม งานชิ้นนี้มุ่งวิเคราะห์ต้นแหล่งของการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในภาคอุตสาหกรรมของไทย โดยอาศัยวิธีแยกองค์ประกอบการใช้พลังงานที่พัฒนาขึ้นโดย Sun (1998) จากการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงปี พ.ศ.2536-2548 พบว่า การขยายตัวผลผลิตของภาคอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีส่วนทำให้การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รัฐบาลควรดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม รักษาระดับการเจริญเติบโตของประเทศ และรักษาความสามารถการแข่งขันในตลาดโลกได้

คำสำคัญ: การแยกองค์ประกอบการใช้พลังงาน ภาคอุตสาหกรรม

Abstract Energy consumption in Thailand has been increasing continuously since the 1980s, especially in the industrial sector. This study identifies the sources of energy consumption increase in the industrial sector during 1993-2005. The analysis applies the energy consumption decomposition method suggested by Sun (1998). The results indicate that the activity effect was the major source of increase while the structural effect and intensity effect, representing energy consumption efficiency, played a minor role in energy consumption increase. A policy to improve energy use efficiency is needed; it would reduce energy consumption and sustain the country's economic growth as well as maintain the competitiveness of Thailand's industrial sector in global market.

Keywords: energy consumption decomposition, industrial sector

* Corresponding author: *Bundit Chiaivichayachat* Department of Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Jatujak, Bangkok, Thailand, 10900. Tel&Fax: (+66)02 5613474, e-mail: fecobdc@ku.ac.th

บทนำ

การส่งเสริมความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการพัฒนา ระบบเศรษฐกิจมหภาค ประกอบกับการที่ระบบเศรษฐกิจของไทยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจมาพึ่งพาภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานเป็นปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น จากข้อมูลของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานชี้ว่าการใช้พลังงานโดยรวมของไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2529 ถึง 2549 โดยในปี 2529 ระบบเศรษฐกิจไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรวม (modern final energy consumption) ทั้งสิ้น 12,436 กิโลตันเทียบเท่าน้ำมัน (kiloton of oil equivalence, KTOE) และเพิ่มขึ้นเป็น 25,514 KTOE และ 41,623 KTOE ในปี 2535 และ 2540 ตามลำดับ การใช้พลังงานโดยรวมลดลงในปี 2541 ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางการเงินและวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้กิจกรรมในระบบเศรษฐกิจลดลง และทำให้การใช้พลังงานที่มีลักษณะเป็นอุปสงค์สืบเนื่องมีจำนวนลดลง อย่างไรก็ตาม ภายหลังปี 2541 การใช้พลังงานโดยรวมของไทยกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีการใช้พลังงานโดยรวม 39,156 KTOE และ 51,116 KTOE ในปี 2542 และ 2548 ตามลำดับ และในปี 2549 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานโดยรวม 52,308 KTOE อัตราการขยายตัวเฉลี่ยช่วงปี 2529-2549 คิดเป็นร้อยละ 7.6 ต่อปี ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนั้นพบว่าการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตอื่นๆ ขยายตัวเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 8.2 และร้อยละ 7.4 ตามลำดับ การขยายตัวมีอย่างต่อเนื่องยกเว้นช่วงปี 2540-2542 ที่ความต้องการใช้พลังงานลดลงอันเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจถดถอย นอกจากนี้หากพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานพบว่าภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตอื่นๆ มีสัดส่วนการใช้พลังงานต่อพลังงานรวมทั้งหมดไม่แตกต่างกันมากนัก โดยภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานเฉลี่ยร้อยละ 41.8 ของการใช้พลังงานทั้งหมด ขณะที่ภาคการผลิตอื่นๆ มีการใช้พลังงานเฉลี่ยร้อยละ 58.2 ของการใช้พลังงานทั้งหมด แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนของมูลค่าเพิ่มของภาคการผลิตพบว่า มูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมมีเพียงสัดส่วนร้อยละ 32.5 และมูลค่าเพิ่มของภาคการผลิตอื่นๆ มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 67.5 ของมูลค่าเพิ่มทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ความแตกต่างของการใช้พลังงานระหว่างภาคการผลิตทั้งสองเห็นได้อย่างชัดเจนขึ้นเมื่อพิจารณาจากค่าความเข้มข้นการใช้พลังงาน (energy intensity, EI) ที่แสดงถึงการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต พบว่าค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมโดยรวมในปี 2529 มีค่าเท่ากับ 9.9 KTOE ต่อพันล้านบาท เพิ่มขึ้นเป็น 12.9 KTOE ต่อพันล้านบาท ในปี 2549 เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตอื่นๆ พบว่า ภาคอุตสาหกรรมมีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงกว่าภาคการผลิตอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานมากกว่าการผลิตในภาคการผลิตอื่นๆ

จากข้างต้นเห็นได้ว่าระบบเศรษฐกิจไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นในภาพรวม ภาคอุตสาหกรรมหรือภาคการผลิตอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้น

การใช้พลังงานสูง การศึกษานี้จึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยว่ามีที่มาจากสาเหตุใด โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานตามวิธีของ Sun (1998) ซึ่งจะทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากผลการขยายการผลิต (activity effect) ผลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม (structural effect) และผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรม (intensity effect) โดยอาศัยข้อมูลรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึง 2548 ผลการศึกษาจะบอกถึงแหล่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้พลังงาน ผลที่พบจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางวางนโยบายประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนจากนั้นจะกล่าวถึงแนวคิดและแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์แยกองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน จากนั้นเป็นวิธีการศึกษาและข้อมูลที่ใช้ ผลการศึกษาสรุปและข้อเสนอแนะ ตามลำดับ

แนวคิดและแบบจำลอง

การวิเคราะห์อาศัยแนวคิดการแยกองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน (energy consumption decomposition) ซึ่งสามารถใช้ระบุแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน (Kaiva-oja and Luukkanen (2004), Lee and Lin (2001) และ Paul and Bhattacharya (2004)) ทั้งนี้โดยการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน ผลผลิต และความเข้มข้นการใช้พลังงานของปีอ้างอิงกับปีใดปีหนึ่งภายหลังปีอ้างอิง โดยนำเอาแนวทางทางสถิติ ได้แก่ Laspeyres index method, Divisia approach หรือแนวทางอื่นๆ มาเป็นพื้นฐานในการสร้างค่าสถิติที่แสดงถึงแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน (ดูรายละเอียดใน Hoekstra and Ven Den Berg (2003)) โดยวิธีที่นิยมมากที่สุด คือ Laspeyres index method (Steenhof, 2006) ที่มีจุดเริ่มต้นจากงานของ Park (1992) และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในงานของ Park, Dissmann, and Nam (1993), Ang (1995) และ Ang and Lee (1996)

การสร้างค่าสถิติเพื่อแสดงถึงแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน ในการศึกษานี้จะนำเสนอในรูปของส่วนต่างของขนาดการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานระหว่างปีใดๆ กับปีอ้างอิง หรือที่เรียกว่า additive form โดยพิจารณาจากการใช้พลังงานรวมของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t (E_t) ดังนี้

$$E_t = Y_t \sum_{i=1}^m S_{i,t|t} \quad (1)$$

โดยที่ E_t คือ การใช้พลังงานรวมของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t (total industrial energy consumption)

Y_t คือ ผลิตหรือมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t (total industrial production or value added)

I_t คือ ค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t (aggregate energy intensity)

i คือ อุตสาหกรรมย่อยภายในภาคอุตสาหกรรม โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, m$ โดย m คือ จำนวนอุตสาหกรรมย่อยภายในภาคอุตสาหกรรม

S_{it} คือ ส่วนแบ่งผลผลิตของอุตสาหกรรมย่อยที่ i (Y_{it}) ต่อผลผลิตรวมของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t หรือ $S_{it} = Y_{it} / Y_t$

l_{it} คือ ค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมย่อยที่ i ณ เวลา t หรือ $l_{it} = E_{it} / Y_{it}$

หาอนุพันธ์รวม (total differential) ของสมการที่ 1 เทียบกับเวลา ได้ดังนี้

$$\frac{dE_t}{dt} = \sum_{i=1}^m S_{i,t} l_{i,t} \frac{dY_t}{dt} + Y_t \sum_{i=1}^m l_{i,t} \frac{dS_{i,t}}{dt} + Y_t \sum_{i=1}^m S_{i,t} \frac{dl_{i,t}}{dt} \quad (2)$$

สมการที่ 2 แสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 1) การเปลี่ยนแปลงระดับผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม (activity effect, dE_{out}) 2) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม (structural effect, dE_{str}) และ 3) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงาน หรือการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของแต่ละสาขาการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม (intensity effect, dE_{int}) สมการที่ 2 นี้สามารถเขียนอยู่ในรูปของตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่อง (discrete variable) ได้ดังนี้

$$\Delta E_t = \sum_{i=1}^m S_{i,t} l_{i,t} \Delta Y_t + Y_t \sum_{i=1}^m l_{i,t} \Delta S_{i,t} + Y_t \sum_{i=1}^m S_{i,t} \Delta l_{i,t} \quad (3)$$

สมการที่ 3 เขียนใหม่ให้อยู่ในรูปของ Laspeyres' index โดยกำหนดให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงของเวลา t เทียบกับปีอ้างอิง ($t=0$) ในรูปของส่วนต่าง หรือ additive form ดังนี้

$$\Delta E_t = dE_{tot,t} = [Y_{i,t} - Y_{i,0}] \sum_{i=1}^m S_{i,t} l_{i,t} + Y_{i,0} \sum_{i=1}^m [l_{i,t} - l_{i,0}] S_{i,0} + Y_0 \sum_{i=1}^m [S_{i,t} - S_{i,0}] l_{i,0} \quad (4)$$

โดยที่ $dE_{tot,t} = dE_{out,t} + dE_{int,t} + dE_{str,t}$ (5)

$$dE_{out,t} = [Y_{i,t} - Y_{i,0}] \sum_{i=1}^m S_{i,t} l_{i,t} \quad (6)$$

$$dE_{int,t} = Y_{i,0} \sum_{i=1}^m [l_{i,t} - l_{i,0}] S_{i,0} \quad (7)$$

$$dE_{str,t} = Y_0 \sum_{i=1}^m [S_{i,t} - S_{i,0}] l_{i,0} \quad (8)$$

ความแตกต่างระหว่างค่า ΔE_t ที่คำนวณได้จากสมการที่ 4 จะมีความแตกต่างจากค่าการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริง หรือ $\Delta E_t = E_t - E_0$ หรือ

$$RE = E_t - E_0 - QE - IE - SE \quad (9)$$

โดยที่ E_t และ E_0 คือ การใช้พลังงาน ณ ปีที่ t กับปีอ้างอิง และ RE คือ การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่ไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีแหล่งที่มาจากที่ใด หรือเกิดขึ้นจากสาเหตุใด

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า การสร้างค่าสถิติข้างต้นยังไม่สมบูรณ์ เห็นได้จากการที่มีค่า RE เกิดขึ้น และค่า RE ดังกล่าวไม่สามารถระบุได้ว่าเกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด ดังนั้น Sun (1998) จึงได้ทำการพัฒนาการแยกแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดค่า RE ขึ้น โดยที่ค่าของ dE_{out} , dE_{int} และ dE_{str} เขียนได้ดังนี้

$$\Delta E_t = E_t - E_0 = dE_{out,t} + dE_{int,t} + dE_{str,t} \quad (10)$$

$$dE_{out,t} = \Delta Y_t \sum_{i=1}^m l_{i,0} S_{i,0} + \frac{1}{2} \Delta Y_t \sum_{i=1}^m (l_{i,0} \Delta S_i + S_{i,0} \Delta l_i) + \frac{1}{3} \Delta Y_t \sum_{i=1}^m \Delta l_i \Delta S_i \quad (11)$$

$$dE_{int,t} = Y_0 \sum_{i=1}^m S_{i,0} \Delta l_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \Delta l_i (S_{i,0} \Delta Y + Y_0 \Delta S_i) + \frac{1}{3} \Delta Y_t \sum_{i=1}^m \Delta l_i \Delta S_i \quad (12)$$

$$dE_{str,t} = Y_0 \sum_{i=1}^m l_{i,0} \Delta S_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \Delta S_i (l_{i,0} \Delta Y + Y_0 \Delta l_i) + \frac{1}{3} \Delta Y_t \sum_{i=1}^m \Delta l_i \Delta S_i \quad (13)$$

สมการที่ 10 ถึง 13 สามารถนำมาใช้ในการแยกองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน โดยไม่ก่อให้เกิดส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้ขึ้น โดยค่า dE_{out} จากสมการที่ 11 แสดงถึง ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน ณ ปีที่ t เทียบกับปีอ้างอิง โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นมาจากการเปลี่ยนแปลงมูลค่าผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่า dE_{out} จะมีค่าเป็นบวกเมื่อผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลา t สูงกว่าผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม ณ เวลาอ้างอิง ในทางตรงข้าม กรณี ค่า dE_{out} มีค่าเป็นลบแสดงว่าผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม ณ ปีที่ t ต่ำกว่าผลผลิตของปีอ้างอิง ส่วนค่า dE_{int} จากสมการที่ 12 สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรม โดย dE_{int} จะมีค่าเป็นบวกเมื่อค่าความเข้มข้นการใช้พลังงาน ณ ปีที่ t มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นการใช้พลังงานของปีอ้างอิง ถ้าค่าเป็นลบ หมายความว่า ความเข้มข้นการใช้พลังงานปีที่ t มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานปีอ้างอิง ค่าของ dE_{int} จึงตีความได้ว่าเป็น การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เนื่องจากค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานเป็นดัชนีที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ถ้าปีที่ t ภาคอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่าปีอ้างอิง (ความเข้มข้นการใช้พลังงานปีที่ t ต่ำกว่าความเข้มข้นการใช้พลังงานปีอ้างอิง) จะทำให้มีการใช้พลังงานในปีที่ t มีค่าน้อยกว่าการใช้พลังงานในปีอ้างอิง จึงทำให้ค่า dE_{int} ของปีที่ t มีค่าน้อยกว่าศูนย์ แสดงให้เห็นว่า ในปีที่ t ภาคอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่าในปีอ้างอิง ในทางตรงข้ามหากภาคอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพต่ำกว่าปีอ้างอิง จะได้ค่า dE_{int} ของปีที่ t เป็นบวก

ค่า $dEstr$ จากสมการที่ 13 แสดงถึงขนาดการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม โดยกรณีที่ $dEstr$ มีค่าเป็นบวก หมายความว่า ณ ปีที่ t อุตสาหกรรมย่อยที่ j ที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงนั้น จะมีสัดส่วนการผลิตเทียบกับการผลิตทั้งหมดของภาคอุตสาหกรรมสูงกว่าสัดส่วนการผลิตเทียบกับการผลิตทั้งหมดในปีอ้างอิง สาเหตุดังกล่าวทำให้การใช้พลังงานในปีที่ t เพิ่มขึ้นจากปีอ้างอิง ส่วนกรณีที่ $dEstr$ มีค่าเป็นลบ หมายความว่า สัดส่วนการผลิตของอุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูง ณ ปีที่ t ลดลงจากสัดส่วนการผลิตของปีฐาน

วิธีการศึกษาและข้อมูล

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานจะอาศัยสมการที่ 10 ถึงสมการที่ 13 โดยใช้ข้อมูลรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-2548 ประกอบด้วย การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของภาคอุตสาหกรรม ที่รวบรวมจากสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน และมูลค่าเพิ่ม ณ ราคาคงที่ ประกอบด้วยอุตสาหกรรมย่อย 9 อุตสาหกรรมย่อย คือ อาหารและเครื่องดื่ม สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์ กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ เคมีและเคมีภัณฑ์ อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ ผลิตภัณฑ์โลหะขั้นพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่รวบรวมจากคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขา ปี พ.ศ.2536-2542

หน่วย: Kiloton of Oil Equivalent (KTOE)

สาขาการผลิต	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542
อาหารและเครื่องดื่ม	3,862	3,996	4,754	5,474	5,572	4,716	5,195
สิ่งทอ	1,013	1,118	1,380	1,165	1,070	1,051	1,113
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	131	103	101	100	95	92	106
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	494	696	531	660	676	672	755
เคมีและเคมีภัณฑ์	995	1,203	1,383	1,947	1,769	1,600	2,070
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	3,574	3,994	4,581	5,368	5,032	3,484	4,235
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	555	562	578	709	681	567	595
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	307	503	660	774	717	683	854
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	699	1,059	1,772	1,272	1,120	1,523	1,206
รวม	11,630	13,234	15,740	17,469	16,732	14,388	16,129

สาขาการผลิต	2543	2544	2545	2546	2547	2548
อาหารและเครื่องดื่ม	4,865	4,705	5,285	6,092	6,376	6,352
สิ่งทอ	1,139	1,135	1,157	1,142	1,116	1,044
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	124	156	160	170	185	192
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	701	707	832	694	794	815
เคมีและเคมีภัณฑ์	2,124	2,251	2,240	2,555	2,731	2,747
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	3,936	4,713	5,408	5,663	6,557	7,582
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	820	756	970	1,053	1,214	1,048
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	948	1,057	1,169	1,314	1,530	1,500
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	1,551	1,442	1,458	1,305	1,458	1,363
รวม	16,208	16,922	18,679	19,988	21,961	22,643

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (www.eppo.go.th)

ตารางที่ 2 โครงสร้างความต้องการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขา ปี พ.ศ.2536-2542

หน่วย: ร้อยละ

สาขาการผลิต	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542
อาหารและเครื่องดื่ม	33.2	30.2	30.2	31.3	33.3	32.8	32.2
สิ่งทอ	8.7	8.4	8.8	6.7	6.4	7.3	6.9
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	1.1	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	4.2	5.3	3.4	3.8	4.0	4.7	4.7
เคมีและเคมีภัณฑ์	8.6	9.1	8.8	11.1	10.6	11.1	12.8
โลหะและผลิตภัณฑ์โลหะ	30.7	30.2	29.1	30.7	30.1	24.2	26.3
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	4.8	4.2	3.7	4.1	4.1	3.9	3.7
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	2.6	3.8	4.2	4.4	4.3	4.7	5.3
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	6.0	8.0	11.3	7.3	6.7	10.6	7.5
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

สาขาการผลิต	2543	2544	2545	2546	2547	2548
อาหารและเครื่องดื่ม	30.0	27.8	28.3	30.5	29.0	28.1
สิ่งทอ	7.0	6.7	6.2	5.7	5.1	4.6
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	4.3	4.2	4.5	3.5	3.6	3.6
เคมีและเคมีภัณฑ์	13.1	13.3	12.0	12.8	12.4	12.1
โลหะและผลิตภัณฑ์โลหะ	24.3	27.9	29.0	28.3	29.9	33.5
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	5.1	4.5	5.2	5.3	5.5	4.6
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	5.8	6.2	6.3	6.6	7.0	6.6
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	9.6	8.5	7.8	6.5	6.6	6.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลการศึกษา

ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอผลการศึกษาดังแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยในช่วงปี 2536 ถึงปี 2548 การเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมโดยทั่วไปเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการผลิต การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานตามวิธีของ Sun (1998) ดังสมการที่ 10 ถึง 13 ในการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับปีอ้างอิง พ.ศ.2536 ผลการศึกษาที่ได้จึงเป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานระหว่างปีใดๆ กับปี 2536 โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่มากจากการเปลี่ยนแปลง

การผลิต ซึ่งมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงขนาดการผลิตของภาคอุตสาหกรรม โดยช่วงที่ระบบเศรษฐกิจมีการขยายตัวของผลผลิตในภาคอุตสาหกรรมก็จะทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ทางตรงข้ามช่วงที่ระบบเศรษฐกิจมีการผลิตในภาคอุตสาหกรรมลดลงก็จะส่งผลให้การใช้พลังงานลดลง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมนั้น เกิดขึ้นจากการที่ภาคอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการผลิตระหว่างอุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานแตกต่างกัน กรณีที่ภาคอุตสาหกรรมเพิ่มสัดส่วนการผลิตของอุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงก็จะทำให้ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามหากมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตของอุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานต่ำก็จะทำให้ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานลดลง

ส่วนการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานนั้น เกิดขึ้นจากการที่ภาคอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน กรณีที่ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานที่มีแหล่งที่มาจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น แสดงว่าภาคอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานลดลงเมื่อเทียบกับปีอ้างอิง

จากข้อมูลในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สามารถวิเคราะห์เพื่อจำแนกการใช้พลังงานของแต่ละอุตสาหกรรมย่อยออกได้เป็น 3 กลุ่มตามระดับการใช้พลังงาน โดยอุตสาหกรรมย่อยที่มีการใช้พลังงานมาก ประกอบด้วย อุตสาหกรรมอาหาร โอโลหะและผลิตภัณฑ์โอโลหะ และ เคมีและเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานระดับปานกลาง ประกอบด้วย อุตสาหกรรมสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ผลิตภัณฑ์โอโลหะพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์โอโลหะประดิษฐ์ และ กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ อุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานน้อย คือ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์

ตารางที่ 3 แสดงอัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานจำแนกตามอุตสาหกรรมย่อย พบว่าภาคอุตสาหกรรมย่อยมีอัตราการขยายตัวการใช้พลังงานเฉลี่ยร้อยละ 6.1 ในช่วงปี พ.ศ.2536-2548 อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โอโลหะประดิษฐ์ เป็นอุตสาหกรรมย่อยที่มีอัตราการขยายตัวการใช้พลังงานในช่วงเวลาดังกล่าวสูงสุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.4 ต่อปี ขณะที่อุตสาหกรรมสิ่งทอมีอัตราการขยายตัวการใช้พลังงานต่ำสุด เฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.7 ต่อปี และยังพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมย่อยมีความผันผวนค่อนข้างมากในช่วงเวลาดังกล่าว

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานงานช่วงปี พ.ศ.2537-2548 โดยอาศัยปี 2536 เป็นปีอ้างอิง ดังภาพที่ 3.1 พบว่า การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปีอ้างอิงอย่างเห็นได้ชัด ยกเว้นเพียงปี 2540 และ 2541 ซึ่งเป็นปีที่เศรษฐกิจไทยเผชิญกับวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจทำให้อัตราการผลิตทางเศรษฐกิจลดลง ส่งผลให้การผลิตในภาคอุตสาหกรรมลดลง จึงมีการใช้พลังงานลดลง เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 ร่วมกับตารางที่ 4 แสดงถึงมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มของการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง

โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังจากปี 2542 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานมีการเคลื่อนไหวตามการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมอย่างเห็นได้ชัด

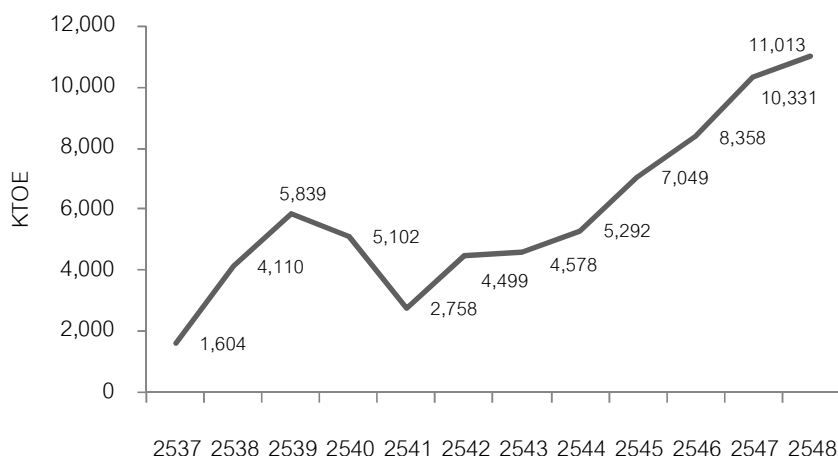
ตารางที่ 3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขา ปี พ.ศ.2537-2542

หน่วย: ร้อยละ

สาขาการผลิต	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542
อาหารและเครื่องดื่ม	3.5	19.0	15.1	1.8	-15.4	10.2	3.5
สิ่งทอ	10.4	23.4	-15.6	-8.2	-1.8	5.9	10.4
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	-21.4	-1.9	-1.0	-5.0	-3.2	15.2	-21.4
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	40.9	-23.7	24.3	2.4	-0.6	12.4	40.9
เคมีและเคมีภัณฑ์	20.9	15.0	40.8	-9.1	-9.6	29.4	20.9
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	11.8	14.7	17.2	-6.3	-30.8	21.6	11.8
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	1.3	2.8	22.7	-3.9	-16.7	4.9	1.3
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	63.8	31.2	17.3	-7.4	-4.7	25.0	63.8
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	51.5	67.3	-28.2	-11.9	36.0	-20.8	51.5
รวม	13.8	18.9	11.0	-4.2	-14.0	12.1	13.8

สาขาการผลิต	2543	2544	2545	2546	2547	2548
อาหารและเครื่องดื่ม	-6.4	-3.3	12.3	15.3	4.7	-0.4
สิ่งทอ	2.3	-0.4	1.9	-1.3	-2.3	-6.5
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	17.0	25.8	2.6	6.3	8.8	3.8
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	-7.2	0.9	17.7	-16.6	14.4	2.6
เคมีและเคมีภัณฑ์	2.6	6.0	-0.5	14.1	6.9	0.6
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	-7.1	19.7	14.7	4.7	15.8	15.6
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	37.8	-7.8	28.3	8.6	15.3	-13.7
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	11.0	11.5	10.6	12.4	16.4	-2.0
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	28.6	-7.0	1.1	-10.5	11.7	-6.5
รวม	0.5	4.4	10.4	7.0	9.9	3.1

ที่มา: จากการคำนวณ



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยโดยใช้ข้อมูล พ.ศ.2536 เป็นปีอ้างอิง
ที่มา: คำนวณจากตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมย่อย จากตารางที่ 5 พบว่า ความเข้มข้นการใช้พลังงานของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมย่อยในช่วงปี พ.ศ.2536-2548 มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมค่อนข้างคงที่ และจากค่าความเข้มข้นการใช้พลังงาน สามารถจำแนกอุตสาหกรรมย่อยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ อุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูง ประกอบด้วย อุตสาหกรรมโลหะและผลิตภัณฑ์โลหะ และผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน อุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานปานกลาง ประกอบด้วย อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์ กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ เคมีและเคมีภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์ และอุตสาหกรรมย่อยที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานต่ำ คือ กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ

จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับภาวะทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมามีประสิทธิภาพการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อนำการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นมาแยกองค์ประกอบเพื่อศึกษาแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานตามวิธีของ Sun (1998) ที่กล่าวแล้วข้างต้น ปรากฏผลดังตารางที่ 6 พบว่า การขยายตัวของผลผลิตภาคอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุสำคัญทำให้การใช้พลังงานภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงหลังปี พ.ศ.2542 ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมมากกว่าร้อยละ 90 มีที่มาจาก การขยายการผลิต ขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงาน มีผลต่อ

การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานน้อย และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตหลังปี พ.ศ.2542 ช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมใช้พลังงานลดลง

ตารางที่ 4 มูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขา ปี พ.ศ.2536-2542

หน่วย: พันล้านบาท							
สาขาการผลิต	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542
อาหารและเครื่องดื่ม	138.16	154.06	164.52	171.26	180.70	172.96	205.14
สิ่งทอ	66.42	68.40	71.29	69.56	69.59	70.87	73.14
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	4.67	6.08	4.52	3.75	3.32	2.28	2.34
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	10.64	12.96	14.21	16.11	18.23	18.98	20.98
เคมีและเคมีภัณฑ์	17.84	19.62	33.64	38.45	44.15	42.51	47.60
โลหะและผลิตภัณฑ์โลหะ	45.29	50.54	55.05	59.33	55.69	38.77	44.31
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	12.94	16.03	17.24	17.72	16.85	11.08	11.83
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	16.62	18.49	20.94	24.97	24.65	23.20	26.59
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	469.30	510.38	576.96	620.27	622.97	542.96	601.50
รวม	781.88	856.56	958.37	1,021.42	1,036.15	923.61	1,033.43

สาขาการผลิต	2543	2544	2545	2546	2547	2548
อาหารและเครื่องดื่ม	173.82	178.34	193.65	224.62	221.55	222.48
สิ่งทอ	75.32	74.77	76.37	77.46	82.22	81.62
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	2.83	2.93	3.21	3.38	3.55	3.42
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	22.02	23.17	24.78	25.70	25.39	27.25
เคมีและเคมีภัณฑ์	51.66	53.83	57.81	62.90	68.69	72.99
โลหะและผลิตภัณฑ์โลหะ	47.37	50.88	56.70	62.51	70.65	75.93
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	13.67	14.84	16.90	16.76	18.35	16.63
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	28.92	29.67	31.41	33.41	38.46	39.97
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	680.57	683.04	729.99	811.54	897.22	959.81
รวม	1,096.18	1,111.47	1,190.82	1,318.28	1,426.08	1,500.10

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (www.eppo.go.th)

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขา ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-2542

หน่วย: KTOE ต่อพันล้านบาท

สาขาการผลิต	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542
อาหารและเครื่องดื่ม	27.95	25.94	28.90	31.96	30.84	27.27	25.32
สิ่งทอ	15.25	16.35	19.36	16.75	15.38	14.83	15.22
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	28.05	16.94	22.35	26.67	28.61	40.35	45.30
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	46.43	53.70	37.37	40.97	37.08	35.41	35.99
เคมีและเคมีภัณฑ์	55.77	61.31	41.11	50.64	40.07	37.64	43.49
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	78.91	79.03	83.22	90.48	90.36	89.86	95.58
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	42.89	35.06	33.53	40.01	40.42	51.17	50.30
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	18.47	27.20	31.52	31.00	29.09	29.44	32.12
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	1.49	2.07	3.07	2.05	1.80	2.80	2.00
รวม	14.87	15.45	16.42	17.10	16.15	15.58	15.61

สาขาการผลิต	2543	2544	2545	2546	2547	2548
อาหารและเครื่องดื่ม	27.99	26.38	27.29	27.12	28.78	28.55
สิ่งทอ	15.12	15.18	15.15	14.74	13.57	12.79
ผลิตภัณฑ์ไม้และเฟอร์นิเจอร์	43.82	53.24	49.84	50.30	52.11	56.14
กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ	31.83	30.51	33.58	27.00	31.27	29.91
เคมีและเคมีภัณฑ์	41.11	41.82	38.75	40.62	39.76	37.64
อโลหะและผลิตภัณฑ์อโลหะ	83.09	92.63	95.38	90.59	92.81	99.86
ผลิตภัณฑ์โลหะพื้นฐาน	59.99	50.94	57.40	62.83	66.16	63.02
ผลิตภัณฑ์โลหะประดิษฐ์	32.78	35.63	37.22	39.33	39.78	37.53
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ	2.28	2.11	2.00	1.61	1.63	1.42
รวม	14.79	15.22	15.69	15.16	15.40	15.09

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทยตามแหล่งที่มา ปี พ.ศ.2537-2542 ใช้ข้อมูล พ.ศ.2536 เป็นปีอ้างอิง

ปี	การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่มีแหล่งที่มาจาก							
	การเปลี่ยนแปลงผลผลิต		การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิต		การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงาน		ทั้งหมด	
	dEout		dEstr		dEint		dE	
	KTOE	%	KTOE	%	KTOE	%	KTOE	%
2537	1,132.7	70.6	229.9	14.3	241.3	15.0	1,603.9	100.0
2538	2,769.2	67.4	278.9	6.8	1,061.9	25.8	4,110.0	100.0
2539	3,834.3	65.7	376.1	6.4	1,628.6	27.9	5,839.0	100.0
2540	3,960.4	77.6	349.7	6.9	791.9	15.5	5,102.0	100.0
2541	2,175.4	78.9	-74.4	-2.7	657.0	23.8	2,758.0	100.0
2542	3,864.0	85.9	157.1	3.5	477.8	10.6	4,498.9	100.0
2543	4,689.8	102.4	-648.3	-14.2	536.5	11.7	4,578.0	100.0
2544	4,994.4	94.4	-335.3	-6.3	632.9	12.0	5,292.0	100.0
2545	6,296.0	89.3	-201.7	-2.9	954.7	13.5	7,049.0	100.0
2546	8,115.2	97.1	-276.2	-3.3	518.9	6.2	8,357.9	100.0
2547	9,816.3	95.0	-554.0	-5.4	1,068.7	10.3	10,331.0	100.0
2548	10,852.5	98.5	-886.9	-8.1	1,047.4	9.5	11,013.0	100.0

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลจากการแยกองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน โดยอาศัยสมการที่ 10 ถึง 13 ได้ผลการศึกษาตามตารางที่ 6 ซึ่งสามารถแบ่งช่วงเวลาศึกษาออกเป็น 4 ช่วงเวลา คือ 1) ช่วงก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปี พ.ศ.2537-2539 2) ช่วงเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปี พ.ศ.2540-2542 3) ช่วงฟื้นตัวหลังจากการเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจปี พ.ศ.2543-2545 และ 4) ช่วงที่ระบบเศรษฐกิจขยายตัวปี พ.ศ.2546-2548 ซึ่งสามารถสรุปผลการแยกองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเป็น 4 ช่วงเวลาดังกล่าวตามตารางที่ 7 ซึ่งแต่ละช่วงเวลามีโครงสร้างของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานที่แตกต่างกันไป โดยช่วงแรกหรือช่วงก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ ภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากปี 2536 โดยเฉลี่ยปีละ 3,851 KTOE โดยร้อยละ 67.0 ของการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานทั้งหมด เท่ากับ 2,578.7 KTOE เกิดจากการขยายตัวของผลผลิต ในช่วงเวลาดังกล่าวผลผลิตเพิ่มขึ้นเทียบกับปี 2536 เท่ากับ 163.6 พันล้านบาทต่อปี หรือขยายตัวร้อยละ 20.9 ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 8) ขณะที่

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงดังกล่าวเท่ากับ 977 KTOE หรือคิดเป็นร้อยละ 22.9 ของการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานทั้งหมด ความเข้มข้นการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในช่วงปี 2537 ถึงปี 2539 เพิ่มขึ้นจากปี 2536 เท่ากับ 1.5 KTOE ต่อพันล้านบาท การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมในช่วงดังกล่าวทำให้การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือ มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพียง 295 KTOE หรือร้อยละ 9.2 ของการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานทั้งหมด จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงและปานกลางมีส่วนการผลิตเพิ่มขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2536 อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีขนาดไม่มาก ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

ช่วงต่อมาในปี พ.ศ.2540-2542 หรือช่วงวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ พบว่า การใช้พลังงานสูงกว่าปีอ้างอิง โดยเฉลี่ย 4,119.7 KTOE ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงผลผลิตซึ่งที่มีส่วนในการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน 3,333.3 KTOE หรือคิดเป็นร้อยละ 80.8 ของการเพิ่มขึ้นทั้งหมดของการใช้พลังงาน ขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงาน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานในช่วงเวลานี้ลดลงเมื่อเทียบกับในช่วงก่อนนี้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงาน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานเพียงร้อยละ 2.5 และร้อยละ 16.7 ตามลำดับ การลดลงของผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานนั้น อธิบายได้ว่าในช่วงที่สองนี้อุตสาหกรรมย่อยในกลุ่มที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงลดระดับการผลิตลง โดยภาคอุตสาหกรรมมีความเข้มข้นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากปี 2536 เพียง 0.9 KTOE ต่อพันล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีอ้างอิงน้อยกว่าช่วงปี 2537-2539 (ตารางที่ 10) จากสาเหตุทั้งสองจึงทำให้บทบาทของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานมีส่วนในการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานลดลงกว่าในช่วงแรก

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมไทย จำแนกตามแหล่งที่มาและช่วงเวลา ใช้ข้อมูล พ.ศ.2536 เป็นปีอ้างอิง

ช่วงปี	การเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานจาก							
	การเปลี่ยนแปลงผลผลิต		การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง		การเปลี่ยนแปลงความ		แหล่งที่มาทั้งหมด	
	(dEout)		การผลิต (dEstr)		เข้มข้นการใช้พลังงาน (dEint)		(dEtot)	
	KTOE	%	KTOE	%	KTOE	%	KTOE	%
2537-2539	2,578.7	67.0	295.0	7.7	977.3	25.4	3,851.0	100.0
2540-2542	3,333.3	80.9	144.1	3.5	642.2	15.6	4,119.6	100.0
2543-2545	5,326.7	94.5	-395.1	-7.0	708.0	12.6	5,639.6	100.0
2546-2548	9,594.7	96.9	-572.4	-5.8	878.4	8.9	9,900.7	100.0

ที่มา: คำนวณจากตารางที่ 6

ตารางที่ 8 โครงสร้าง ความเข้มข้นการใช้พลังงาน และมูลค่าเพิ่มภาคอุตสาหกรรมไทย จำแนกตามช่วงเวลา

ช่วงปี	โครงสร้างผลผลิตภาคอุตสาหกรรม (ร้อยละ)				มูลค่าเพิ่ม ภาคอุตสาหกรรม (พันล้านบาท)
	อุตสาหกรรมที่มีความ เข้มข้นการใช้ พลังงานสูง	อุตสาหกรรมที่มีความ เข้มข้นการใช้ พลังงานปานกลาง	อุตสาหกรรมที่มีความ เข้มข้นการใช้ พลังงานต่ำ	ความเข้มข้นการใช้พลังงาน (KTOE ต่อพันล้านบาท)	
2536	7.4	24.0	68.5	14.9	781.9
2537-2539	7.6	24.8	67.6	16.3	945.4
2540-2542	5.9	27.9	66.2	15.8	997.7
2543-2545	5.9	25.8	68.3	15.2	1,132.8
2546-2548	6.1	25.3	68.5	15.2	1,414.8

ที่มา: คำนวณจากตารางที่ 1, 4 และ 5

ภายหลังจากปี 2542 ซึ่งเป็นช่วงที่ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเริ่มฟื้นตัวจากภาวะวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ จะเห็นได้จากการที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากในช่วงปี พ.ศ.2543-2545 และช่วง 2546-2548 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่อปีเพิ่มสูงขึ้นจากปีอ้างอิง 1,132.8 พันล้านบาท และ 1,414.8 พันล้านบาท ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากในทั้งสองช่วง ทั้งนี้เกิดขึ้นจากการขยายการผลิตเป็นสำคัญ หรือคิดเป็นร้อยละ 95.4 และร้อยละ 96.9 ของการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงาน (ตารางที่ 7) ขณะที่การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมจากปี 2536 เท่ากับ 0.4 KTOE ต่อพันล้านบาท และ 0.3 KTOE ต่อพันล้านบาท ในช่วงที่สามและช่วงที่สี่ตามลำดับ ส่งผลให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 708 KTOE และ 878.4 KTOE ขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตมีส่วนทำให้การใช้

พลังงานลดลงเฉลี่ยปีละ 395.1 KTOE ในช่วงที่สาม และ 572.4 KTOE ช่วงที่สี่ เนื่องจากในช่วงเวลาทั้งสองอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงมีส่วนการผลิตลดลงทำให้ลดของการใช้พลังงานลง

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการที่เศรษฐกิจไทยมีการเปลี่ยนโครงสร้างไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรม ทำให้ภาคอุตสาหกรรมขยายตัวและเป็นสาขาการผลิตที่สำคัญในการขับเคลื่อนประเทศ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการใช้พลังงานภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก โดยมีค่าความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงกว่าภาคการผลิตอื่นๆ ทำให้การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมเป็นที่ยี่สำคัญที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น จากสถานการณ์ปัจจุบันที่ราคาพลังงานมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับว่าเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทย อีกทั้งพลังงานส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานย่อมทำให้ต้นทุนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมสูงขึ้น ซึ่งส่งผลเสียทั้งเศรษฐกิจภายในประเทศและการแข่งขันในตลาดโลก

ผลจากการศึกษาแยกองค์ประกอบการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยในช่วงเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-2548 โดยรวมสรุปได้ว่า การขยายตัวของผลผลิตของภาคอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ขณะที่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นการใช้พลังงานมีส่วนทำให้การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมจากอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานสูงไปสู่อุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นการใช้พลังงานต่ำ เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตภายในภาคอุตสาหกรรมทำได้ยาก เนื่องจากต้องการอาศัยมาตรการหลายๆ ด้านร่วมกันทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ความชำนาญ และทรัพยากรการผลิต จากการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรมในช่วง 15 ปี ที่ผ่านมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก การดำเนินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานน่าจะเป็นประเด็นสำคัญที่จะทำให้การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถลดต้นทุนการผลิต รักษาระดับการเจริญเติบโตของประเทศ และรักษาความสามารถการแข่งขันในตลาดโลก

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รศ.ดร.ไพฑูรย์ วิบูลสุติกุล คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับคำแนะนำในการวิเคราะห์องค์ประกอบการใช้พลังงาน

เอกสารอ้างอิง

- Ang, B. W. 1995. "Decomposition Methodology in Industrial Energy Demand Analysis." **Energy** 20 (11): 1081-1095.
- Ang, B. W. and P. W. Lee. 1996. "Decomposition of Industrial Energy Consumption: The Energy Coefficient Approach." **Energy Economics** 18 (1): 129-143.
- Hoekstra, R. and J. C. J. M. Ven Den Bergh. 2003. "Comparing Structural and Index Decomposition Analysis." **Energy Economics** 25 (1): 39-64.
- Kaiva-oja, J. and J. Luukkanen. 2004. "The European Union Balancing between CO₂ Reduction Commitments and Growth Policies: Decomposition Analyses." **Energy Policy** 32 (13): 1511-1530.
- Lee, C. F. and S. J. Lin. 2001. "Structural Decomposition of CO₂ Emission from Taiwan's Petrochemical Industries." **Energy Policy** 29 (3): 237-244.
- Park, S. H. 1992. "Decomposition of Energy Consumption." **Energy Economics** 13 (4): 265-270.
- Park, S. H., B. Dissmann, and K. Y. Nam. 1993. "A Cross-country Decomposition Analysis of Manufacturing Energy Consumption." **Energy** 18 (8): 843-858.
- Pual, S. and R. N. Bhattacharya. 2004. "CO₂ Emission from Energy Use in India: A Decomposition Analysis." **Energy Policy** 32 (5): 585-593.
- Steenhof, P. A. 2006. "Decomposition of Electricity Demand in China's Industrial Sector." **Energy Economics** 28 (3): 370-384.
- Sun, J. W. 1998. "Changes in Energy Consumption and Energy Intensity: A Complete Decomposition Model." **Energy Economics** 20 (1): 85-100.